

# Auf einen Blick

|  |            |
|--|------------|
| <b>Über die Autoren</b> .....  | <b>17</b>  |
| <b>Einführung</b> .....  | <b>39</b>  |
| <b>Teil I: Präanalytische und analytische Grundlagen - vor der Analytik und um die Analytik herum</b> .....                                | <b>43</b>  |
| <b>Kapitel 1:</b> Grundlagen – Klinische Chemie mal kurz erklärt .....   | 45         |
| <b>Kapitel 2:</b> Wissenswertes zur Probengewinnung .....  | 49         |
| <b>Kapitel 3:</b> Qualitative, semiquantitative und quantitative Bestimmungen .....  | 57         |
| <b>Kapitel 4:</b> Merkwürdiges auf dem Weg zum Laborbefund .....   | 65         |
| <b>Kapitel 5:</b> Die Validität klinisch-chemischer Untersuchungen – Die Qualität des Testverfahrens oder die Nützlichkeit des Tests ..... | 77         |
| <b>Kapitel 6:</b> Qualitätssicherungsmaßnahmen – Streng nach dem Gesetz .....  | 85         |
| <b>Teil II: Analytik - Testprinzipien im Allgemeinen</b> .....   | <b>91</b>  |
| <b>Kapitel 7:</b> Trennverfahren – Eine kleine Übersicht .....   | 93         |
| <b>Kapitel 8:</b> Elektrophorese – Wandernde Biomoleküle im elektrischen Feld .....  | 97         |
| <b>Kapitel 9:</b> Chromatographie – Gut getrennt ist halb gemessen .....   | 103        |
| <b>Kapitel 10:</b> Spektroskopische Verfahren – Wenn Moleküle Teile des Lichts aufnehmen .....   | 119        |
| <b>Kapitel 11:</b> Weitere spektroskopische Verfahren – Die Vielfalt im klinisch-chemischen Labor .....                                    | 129        |
| <b>Kapitel 12:</b> Immunchemische Verfahren – Der Ideenreichtum bei Antikörper-basierten Messverfahren .....                               | 139        |
| <b>Kapitel 13:</b> Elektrochemische Nachweisverfahren – Es geht auch ohne Licht .....  | 157        |
| <b>Kapitel 14:</b> Enzymtests – Das Herzstück klinisch-chemischer Messverfahren .....  | 165        |
| <b>Kapitel 15:</b> Molekularbiologische Diagnostik – Nur mal kurz angerissen .....   | 183        |
| <b>Teil III: Spezielle klinisch-chemische Verfahren - so wird's gemacht</b> .....  | <b>189</b> |
| <b>Kapitel 16:</b> Elektrolyt- und Blutgas-Bestimmungen .....  | 191        |
| <b>Kapitel 17:</b> Enzymaktivitätsbestimmungen – über den NADH-Umsatz .....  | 203        |
| <b>Kapitel 18:</b> Enzymaktivitätsbestimmungen – über die Messung gefärbter Reaktionsprodukte .....  | 215        |
| <b>Kapitel 19:</b> Zucker und Langzeitzucker – stark nachgefragt .....   | 223        |
| <b>Kapitel 20:</b> Hämoglobin – vom Aufbau zum Abbau .....   | 235        |
| <b>Kapitel 21:</b> Stickstoffhaltige Verbindungen – Aminosäure-, Protein- und Purinstoffwechselprodukte .....                              | 249        |
| <b>Kapitel 22:</b> Messgrößen des Fettstoffwechsels – die Risikoindikatoren .....  | 261        |
| <b>Kapitel 23:</b> Proteinnachweise – Von der Gesamtansicht auf die Einzelebene .....  | 271        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Teil IV: Klinisch-chemische Labordiagnostik - vom Befund zur Diagnose</b> .....                                | <b>281</b> |
| <b>Kapitel 24:</b> Geschichte – back to the roots .....   | 283        |
| <b>Kapitel 25:</b> Labordiagnostik bei Nierenerkrankungen – Aus dem Blut in den Harn .....                        | 287        |
| <b>Kapitel 26:</b> Störungen im Elektrolyt- und Wasserhaushalt .....  | 317        |
| <b>Kapitel 27:</b> Störungen im Säure- und Basen-Haushalt. ....   | 335        |
| <b>Kapitel 28:</b> Störungen im Calcium- und Phosphat-Haushalt .....  | 347        |
| <b>Kapitel 29:</b> Hormone – Kurze endokrinologische Einführung .....   | 355        |
| <b>Kapitel 30:</b> Kohlenhydratstoffwechselstörungen – Diagnostik bei Volkskrankheiten. ....                      | 363        |
| <b>Kapitel 31:</b> Lipidstoffwechsel – Die Guten und die Schlechten .....   | 379        |
| <b>Kapitel 32:</b> Purinstoffwechsel – Das Problem mit den Harnsäurekristallen .....                              | 391        |
| <b>Kapitel 33:</b> Klinisch-chemische Labordiagnostik bei Lebererkrankungen – Leberwerte und noch viel mehr. .... | 397        |
| <b>Kapitel 34:</b> Erkrankungen des Pankreas – Enzyme sind nicht alles. ....                                      | 423        |
| <b>Kapitel 35:</b> Funktionsdiagnostik bei Verdauungsstörungen – Von Magen bis Darm .....                         | 431        |
| <b>Kapitel 36:</b> Labordiagnostik bei kardialen Erkrankungen – Myokardiale Schädigung und Insuffizienz .....     | 439        |
| <b>Kapitel 37:</b> Proteinstoffwechsel – Dysproteinämien .....  | 451        |
| <b>Kapitel 38:</b> Entzündung – Gratwanderung zwischen Nutzen und Schaden für den Organismus .....                | 461        |
| <b>Kapitel 39:</b> Hämolytische Anämien – Wenn auch das Plasma rot ist .....                                      | 473        |
| <b>Kapitel 40:</b> Störungen im Eisenhaushalt – Über den Mangel und die Überladung .....                          | 477        |
| <b>Kapitel 41:</b> Porphyrinen – Störungen der Hämsynthese .....  | 485        |
| <b>Kapitel 42:</b> Tumormarker – Das diagnostische Dilemma .....  | 491        |
| <b>Kapitel 43:</b> Extravasale Flüssigkeiten – Von Transsudat/Exsudat bis zum Liquor .....                        | 503        |
| <b>Kapitel 44:</b> Harnkonkremente – Entstehung und Identifizierung von Nierensteinen. ....                       | 511        |
| <b>Teil V: Hämatologie</b> .....  | <b>515</b> |
| <b>Kapitel 45:</b> Grundlagen der Hämatologie – Was man über Blut wissen sollte .....                             | 517        |
| <b>Kapitel 46:</b> Hämatologische Basisdiagnostik, Zellzählung und Mikroskopie. ....                              | 529        |
| <b>Kapitel 47:</b> Erweiterte hämatologische Diagnostik. ....   | 581        |
| <b>Kapitel 48:</b> Das pathologische rote Blutbild .....  | 607        |
| <b>Kapitel 49:</b> Pathologie des »weißen Blutbildes« .....   | 635        |
| <b>Kapitel 50:</b> Gerinnung – Diagnostik und Therapiemonitoring .....  | 675        |
| <b>Teil VI: Top-10-Teil</b> .....   | <b>699</b> |
| <b>Kapitel 51:</b> (Fast) zehn Punkte zu Beruflichem, Gesetzlichem, Wissenschaftlichem und mehr. ....             | 701        |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....  | <b>715</b> |
| <b>Stichwortverzeichnis</b> .....   | <b>725</b> |

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Über die Autoren</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>Einführung</b> .....  | <b>39</b> |
| Über dieses Buch.....  | 39        |
| Konventionen in diesem Buch .....  | 39        |
| Törichte Annahmen über die Leser.....  | 40        |
| Wie dieses Buch aufgebaut ist.....   | 40        |
| Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.....  | 41        |
| Wie es weitergeht.....   | 41        |
| <b>TEIL I</b>  |           |
| <b>PRÄANALYTISCHE UND ANALYTISCHE GRUNDLAGEN -<br/>VOR DER ANALYTIK UND UM DIE ANALYTIK HERUM</b>  | <b>43</b> |
| <b>Kapitel 1</b>   |           |
| <b>Grundlagen – Klinische Chemie mal kurz erklärt</b> .....  | <b>45</b> |
| Klinische Chemie – ein wichtiges Fundament der Laboratoriumsmedizin.....                           | 45        |
| Klinisch-chemische Untersuchungen – von der Indikation über den Befund<br>zur Diagnose.....        | 46        |
| Wichtige Fachbegriffe .....  | 47        |
| <b>Kapitel 2</b>   |           |
| <b>Wissenswertes zur Probengewinnung</b> .....   | <b>49</b> |
| Gewinnung verschiedener Probenarten – vom Specimen zur Probe .....                                 | 49        |
| Gewinnung der einzelnen Specimen – So wird's gemacht .....   | 51        |
| Gewinnung von Kapillarblut.....  | 51        |
| Gewinnung von Venenblut.....   | 51        |
| Gewinnung von arteriellem Blut .....   | 52        |
| Gewinnung von Urin .....   | 52        |
| Gewinnung von Stuhl .....  | 53        |
| Gewinnung von Gehirn- und Rückenmarksflüssigkeit<br>(Liquor cerebrospinalis) .....                 | 54        |
| Gewinnung von Punktaten .....  | 54        |
| Blutentnahmegefäße – die Qual der Wahl.....  | 54        |
| Reihenfolge der Blutentnahmen – nur nichts verschleppen.....                                       | 55        |
| Transport und Verwahrung des Untersuchungsmaterials .....  | 56        |
| <b>Kapitel 3</b>   |           |
| <b>Qualitative, semiquantitative und quantitative<br/>Bestimmungen</b> .....                       | <b>57</b> |
| Qualitative, semiquantitative und quantitative Messverfahren –<br>die wichtigen Unterschiede ..... | 57        |
| Ausgabeformate quantitativer Bestimmungen – möglichst exakt.....                                   | 58        |

|   |    |
|---|----|
| Präzision und Richtigkeit einer quantitativen Bestimmung – der Grund für die Abweichung vom wahren Wert. .... | 59 |
| Kritische Differenz – Der Messwert in Verlaufskontrolle ist tatsächlich oder nur zufällig verändert. ....     | 61 |

**Kapitel 4**

**Merkwürdiges auf dem Weg zum Laborbefund ..... 65**

|  |    |
|--|----|
| Die drei Ebenen der Befunderstellung – vom Messplatz zur Krankheitsdiagnose. ....        | 65 |
| Wichtige Instrumente der Befundvalidation .....  | 67 |
| Longitudinalbeurteilung – Schau vor und zurück .....                                     | 67 |
| Transversalbeurteilung – Schau nach rechts und links .....                               | 67 |
| Einflussgrößen und Störfaktoren – Ein Grund manchen Übels liegt in der Präanalytik. .... | 69 |
| Einflussgrößen – repräsentieren einen Zustand in der Patientin. ....                     | 70 |
| Störfaktoren – stören manchmal gewaltig bei der Messung. ....                            | 73 |

**Kapitel 5**

**Die Validität klinisch-chemischer Untersuchungen – Die Qualität des Testverfahrens oder die Nützlichkeit des Tests ..... 77**

|  |    |
|--|----|
| Sensitivität und Spezifität – Nicht immer ist dasselbe damit gemeint. ....   | 77 |
| Analytische Spezifität – Messe ich auch nur das, was ich messen will? ...  | 78 |
| Analytische Sensitivität – die gerade noch messbaren Werte. ....   | 78 |
| Die diagnostische Validität – Wie nützlich ist ein entsprechender Test. ....   | 80 |
| Diagnostische Sensitivität und Spezifität – die Kranken erfassen, die Gesunden – soweit möglich – nicht erfassen. .... | 81 |
| Prädiktive Werte – Wahrscheinlichkeit, erkrankt oder nicht erkrankt zu sein .  | 81 |

**Kapitel 6**

**Qualitätssicherungsmaßnahmen – Streng nach dem Gesetz ..... 85**

|   |    |
|---|----|
| Gesetzliche Grundlagen und QM-Systeme .....   | 85 |
| Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen (RiliBÄK) ..... | 86 |
| Total Quality Management (TQM) .....  | 86 |
| Beurkundung der Qualität .....  | 86 |
| Interne Qualitätssicherung – Qualitätskontrollproben im täglichen Einsatz ...                                     | 87 |
| Auffällige Qualitätskontrolle – was tun .....   | 87 |
| Quadratischer Mittelwert der Messabweichung – ein wichtiges Maß ....  | 88 |
| Externe Qualitätssicherung (Ringversuche) – regelmäßige Messung unbekannter Kontrollproben. ....                  | 88 |
| Methodenhierarchie – ganz oben die Referenzmethode. ....  | 89 |
| Sonderregelungen – für Spezialisten .....   | 89 |

**TEIL II**

**ANALYTIK - TESTPRINZIPIEN IM ALLGEMEINEN ..... 91**

**Kapitel 7**

**Trennverfahren – Eine kleine Übersicht ..... 93**

|  |    |
|--|----|
| Trennverfahren – von der Ausfällung bis zur Zentrifugation .....     | 93 |
| Zentrifugation – der übliche Beginn einer Serum-/Plasmaanalyse ..... | 94 |
| Ultrazentrifugation – die Trennung auf Dichtegradienten. ....        | 95 |

|   |    |
|---|----|
| Vorbereitung von Blut – So wird Serum oder Plasma gewonnen..... | 96 |
| Vorbereitung von Urin und weiteren Materialien.....             | 96 |

**Kapitel 8**  
**Elektrophorese – Wandernde Biomoleküle im elektrischen Feld** ..... **97**

|  |     |
|--|-----|
| Das elektrophoretische Trennprinzip – Wettrennen geladener Teilchen..... | 97  |
| Kapillaronenelektrophorese – hochspannendes Trennprinzip.....            | 99  |
| Immunfixationselektrophorese – die niedergeschlagenen Immunglobuline.... | 101 |
| <i>Immundisplacement</i> -Technik – mithilfe der                         |     |
| Kapillaronenelektrophorese.....  | 102 |

**Kapitel 9**  
**Chromatographie – Gut getrennt ist halb gemessen**..... **103**

|  |     |
|--|-----|
| Trennprinzipien – das Hin und Her zwischen zwei Phasen.....          | 103 |
| Die verschiedenen Trennschritte.....                                 | 104 |
| Die wichtigen chromatographischen Trennprinzipien.....               | 105 |
| Trennprinzip Ionenaustauschchromatographie.....                      | 105 |
| Das Trennprinzip Affinitätschromatographie.....                      | 106 |
| Das Trennprinzip Gelchromatographie.....                             | 106 |
| Das Trennprinzip Adsorptionschromatographie.....                     | 107 |
| Dünnschichtchromatographie – Substanztrennung im 2D-Format.....      | 107 |
| Gaschromatographie (GC) – nur für die flüchtigen Stoffe.....         | 108 |
| Wie funktioniert eigentlich ein quantitativer gaschromatographischer |     |
| Nachweis?.....   | 110 |
| Die besonderen Möglichkeiten der Massenspektroskopie.....            | 111 |
| Flüssigchromatographie – unter Druck arbeiten.....                   | 112 |
| Grundaufbau und Funktionsweise eines HPLC-Geräts.....                | 112 |
| Flüssigchromatographie mit Massenspektroskopie (LC-MS) –             |     |
| erst trennen, dann wiegen.....                                       | 113 |

**Kapitel 10**  
**Spektroskopische Verfahren – Wenn Moleküle Teile des Lichts aufnehmen**..... **119**

|   |     |
|---|-----|
| Wichtige analytische Verfahren im klinisch-chemischen Labor.....          | 119 |
| Grundlagen der Photometrie – älter als das Photometer.....                | 121 |
| Das Photometer – Es werde Licht zu Strom.....                             | 123 |
| Die photometrische Messung – grundlegende Technik der klinischen Chemie . | 125 |

**Kapitel 11**  
**Weitere spektroskopische Verfahren – Die Vielfalt im klinisch-chemischen Labor**..... **129**

|   |     |
|---|-----|
| Infrarot-(IR-)Spektroskopie – noch ein molekularer Fingerabdruck..... | 129 |
| Restlicht- und Streulichtmessverfahren – Messung von trüben           |     |
| Probenansätzen.....   | 130 |
| Immunturbidimetrie, Immunnephelometrie – mit Antikörpern im           |     |
| Trüben fischen.....   | 131 |
| Fluorimetrie – wenn anstatt Wärme Licht entsteht.....                 | 133 |
| Flammenemissionsspektroskopie (FES) – die farbige Flamme.....         | 135 |
| Moderne ICP-Verfahren – Emission aus heißem ionisiertem Gas.....      | 136 |

|  |     |
|--|-----|
| Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) – atomare Photometrie in der Gasphase ..... | 136 |
|--|-----|

**Kapitel 12**

**Immunchemische Verfahren – Der Ideenreichtum bei**

**Antikörper-basierten Messverfahren ..... 139**

|   |     |
|---|-----|
| Western-Blot – der Klassiker schlechthin .....  | 140 |
| Quantitative immunchemische Bestimmungsverfahren – homogen/heterogen, kompetitiv/nicht-kompetitiv ..... | 141 |
| Grundprinzip des kompetitiven Assays – Wettbewerb zwischen Antigen und Tracer .....                     | 142 |
| (RIA) Radioimmunoassay – Hier geht es heiß zu .....   | 143 |
| CEDIA (Cloned Enzyme Donor Immuno Assay) – der Enzymbausatz .....                                       | 144 |
| EMIT (Enzyme Multiplied Immunoassay Technique) – das gehemmte Enzym .....                               | 145 |
| FPIA (Fluoreszenzpolarisationsimmunoassay) – die rotierenden Moleküle .....                             | 146 |
| Grundprinzip des Sandwich-Assays – das doppelt gebundene Antigen .....                                  | 148 |
| IRMA (Immunoradiometrischer Assay) – ein Sandwich im Heißlabor .....                                    | 148 |
| ELISA (Enzyme-linked Immunosorbent Assay) – ein Sandwich-Klassiker ..                                   | 149 |
| MEIA (Microbead Enzymimmunoassay) – Antikörper auf der Mikroperle ..                                    | 150 |
| TRACE (Time Resolved Amplified Cryptate Emission)-Technologie .....                                     | 151 |
| LIA, CLIA und ECLIA – die meist vollautomatischen lumineszierenden Assays .....                         | 152 |
| LOCI (Luminescent Oxygen Channeling Immunoassay) .....  | 153 |
| Störeinflüsse bei Immunoassays .....  | 154 |

**Kapitel 13**

**Elektrochemische Nachweisverfahren – Es geht auch ohne**

**Licht ..... 157**

|   |     |
|---|-----|
| Coulometrie – die Titration von Chlorid .....                                     | 157 |
| Potentiometrie – eines der am häufigsten eingesetzten Messverfahren .....         | 159 |
| Direkte und indirekte Potentiometrie – Die Verdünnung macht den Unterschied ..... | 161 |
| Amperometrie – oft Hand in Hand mit der Potentiometrie .....                      | 162 |
| Kryoskopie – Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung .....                       | 163 |

**Kapitel 14**

**Enzymtests – Das Herzstück klinisch-chemischer**

**Messverfahren ..... 165**

|  |     |
|--|-----|
| Enzyme – die Reaktionsbeschleuniger .....  | 166 |
| Lokalisation der katalytischen Aktivität eines Enzyms .....                          | 166 |
| Wirkungsweise von Enzymen – die Biokatalysatoren .....                               | 167 |
| Wichtige Enzymreaktionen – ein paar Enzymfamilien im Überblick .....                 | 168 |
| Kinase – Aktivator biologischer Prozesse .....                                       | 168 |
| Dehydrogenase – bringt Licht ins Dunkel eines enzymatischen Nachweisverfahrens ..... | 169 |
| Aminotransferase (Transaminase) – Verwirrspiel zweier Nomenklaturen .....            | 169 |
| Spezifität von Enzymen .....   | 170 |

|   |     |
|---|-----|
| Bestimmung von Enzymaktivitäten – kontinuierliche Verfahren versus Endpunktbestimmung ..... | 171 |
| Kinetischer Test – Messung der Extinktion in konstanten Zeitintervallen .....               | 171 |
| Einfache und zusammengesetzte optische Tests .....  | 174 |
| Testablauf einer kinetischen Enzymaktivitätsbestimmung .....                                | 175 |
| Optimieren und Definieren bei enzymatischen Tests .....                                     | 176 |
| Die Messtemperatur – eine Frage der Definition .....  | 176 |
| Die optimierten Testbedingungen .....   | 178 |

## Kapitel 15

### Molekularbiologische Diagnostik – Nur mal kurz

|  |            |
|--|------------|
| <b>angerissen .....</b>  | <b>183</b> |
| Polymorphismen und Mutationen – eine Frage der Frequenz .....          | 183        |
| Nachweis von Veränderungen im Erbgut .....                             | 184        |
| SNP-Analyse mittels PCR-basierter Verfahren – Beispiel FRET-Sonden ... | 185        |

## TEIL III

### SPEZIELLE KLINISCH-CHEMISCHE VERFAHREN - SO WIRD'S GEMACHT

189

## Kapitel 16

### Elektrolyt- und Blutgas-Bestimmungen .....

191

|  |     |
|--|-----|
| Natrium – Kalium – Chlorid – direkte oder indirekte ionenselektive Erfassung .....               | 191 |
| Pseudohyponatriämie und Co. – problematisch bei indirekter ISE .....                             | 192 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....   | 194 |
| Die Blutgasanalyse (BGA) – direkte Bestimmungen von pH, pCO <sub>2</sub> , pO <sub>2</sub> ..... | 195 |
| Referenzintervalle für pH, pCO <sub>2</sub> und pO <sub>2</sub> im arteriellen Blut. ....        | 195 |
| Die Blutgasanalyse – Berechnungen von Bicarbonat, Basenabweichung und Sauerstoffsättigung .....  | 196 |
| Referenzintervalle für pH, pCO <sub>2</sub> und pO <sub>2</sub> im arteriellen Blut. ....        | 196 |
| Berechnung prospektiver Kompensationen bei Störungen im Säuren-Basen-Haushalt .....              | 196 |
| Calcium, Magnesium und Phosphat .....  | 197 |
| Analytik von Calcium – die Bestimmung des Gesamt-Calciums .....                                  | 197 |
| Analytik von Calcium – die Bestimmung des ionisierten Calciums .....                             | 198 |
| Analytik von Magnesium .....   | 199 |
| Analytik von Phosphat .....  | 199 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....   | 200 |
| Eisen – ein Mosaikstein in der Diagnostik von Mangelzuständen und Überladungen .....             | 200 |
| Analytik von Eisen .....   | 200 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....   | 201 |

**Kapitel 17**

**Enzymaktivitätsbestimmungen –**

**über den NADH-Umsatz. . . . . 203**

Bestimmung der Alanin-Aminotransferase (ALT) – Ist die GPT erhöht, sieht die Leber ALT aus. . . . . 204

    Testprinzip – ALT-Bestimmung . . . . . 204

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 205

Bestimmung der Aspartat-Aminotransferase (AST) – der unspezifischere Leberwert . . . . . 205

    Testprinzip – AST-Bestimmung . . . . . 206

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 207

Bestimmung der Creatinkinase (CK) – das (Herz-)Muskelenzym . . . . . 207

    Testprinzip – CK-Bestimmung . . . . . 207

    Bedeutung der CK-Isoenzyme – mehr Muskel als Hirn . . . . . 208

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 210

Bestimmung der Glutamatdehydrogenase (GLDH) – bei schwereren Leberschäden. . . . . 211

    Testprinzip – GLDH-Bestimmung. . . . . 211

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 211

Bestimmung der Lactatdehydrogenase (LDH) – das unspezifische Enzym . . . . . 211

    Testprinzip – LDH-Bestimmung . . . . . 212

    Zur Bedeutung der LDH-Isoenzyme – die obsoleete HBDH. . . . . 212

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 213

**Kapitel 18**

**Enzymaktivitätsbestimmungen – über die Messung**

**gefärbter Reaktionsprodukte . . . . . 215**

Bestimmung der Alkalischen Phosphatase (AP) – meist aus Leber oder Knochen . . . . . 215

    Testprinzip – AP-Bestimmung . . . . . 216

    Enzymvarianten und Isoenzyme der AP . . . . . 216

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 217

Bestimmung der  $\alpha$ -Amylase – in Speichel und Pankreassekret . . . . . 217

    Testprinzip –  $\alpha$ -Amylase-Bestimmung . . . . . 217

    Bestimmung der pankreatischen  $\alpha$ -Amylase. . . . . 218

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 218

Bestimmung der Cholinesterase (CHE) – der Indikator hepatischer Syntheseleistung . . . . . 219

    Testprinzip – CHE-Bestimmung . . . . . 219

    Bestimmung der atypischen CHE – die genetische Besonderheit . . . . . 219

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 220

Bestimmung der  $\gamma$ -Glutamyltransferase ( $\gamma$ -GT) – ein weiteres Leitenzym der Leber. . . . . 220

    Testprinzip –  $\gamma$ GT-Bestimmung . . . . . 221

    Referenzintervalle und präanalytische Hinweise . . . . . 221

Bestimmung der Lipase – das für die Diagnostik wichtigste Pankreasenzym . . . . . 221

    Testprinzip – Lipase-Bestimmung . . . . . 222

    Referenzintervall und präanalytische Hinweise . . . . . 222

**Kapitel 19**

**Zucker und Langzeitzucker – stark nachgefragt ..... 223**

Glucose – der Energieversorger ..... 223  
 Quantitative enzymatische Glucose-Bestimmungsverfahren ..... 225  
 Semiquantitative Glucose-Bestimmung – der Urin-Teststreifen ..... 228  
 Referenzintervalle und präanalytische Hinweise ..... 229  
 HbA<sub>1c</sub> – das Blutzuckergedächtnis ..... 229  
 HbA<sub>1c</sub>-Bestimmungsverfahren – immunchemisch oder chromatographisch ..... 231  
 Angabe des Ergebnisses einer HbA<sub>1c</sub>-Bestimmung ..... 233  
 HbA<sub>1c</sub> und der durchschnittliche Blutzucker ..... 233  
 Referenzintervalle und präanalytische Hinweise ..... 234

**Kapitel 20**

**Hämoglobin – vom Aufbau zum Abbau ..... 235**

Porphyrine – die wichtigen Schritte zur Häm-Synthese ..... 235  
 Qualitativer Porphobilinogen-Nachweis – ein schneller Notfalltest ..... 236  
 Fluoreszenz-Scan – das schnelle Screening ..... 236  
 Quantitative Bestimmung der Gesamt-Porphyrine, 5-Aminolävulinsäure und Porphobilinogen ..... 237  
 Porphyrin-Differenzierung im Urin – die erste Stufe im Speziallabor ..... 238  
 Referenzintervalle und präanalytische Hinweise ..... 238  
 Hämoglobin – Lieferant des lebenswichtigen Sauerstoffs ..... 238  
 Hb-Nachweis im Blut – Cyanhämoglobin- beziehungsweise Methämoglobincyanid-Methode ..... 239  
 SLS-Hämoglobin-Methode – eine ungiftige Alternative ..... 240  
 Bestimmung von freiem Hämoglobin im Plasma – der Hämolysemarker ..... 240  
 Bestimmung von Methämoglobin im Blut ..... 241  
 Bestimmung von Carboxyhämoglobin im Blut ..... 241  
 Bestimmung von Hämoglobin im Urin – Blut im Urin ..... 242  
 Bestimmung von Hämoglobin im Stuhl – okkultes Blut im Stuhl ..... 242  
 Guajak-basierter fäkaler Okkultbluttest (gFOBT) ..... 243  
 Referenzintervalle für Hämoglobine ..... 244  
 Bilirubin und seine üblichen Varianten – die Seite des Häm-Abbaus ..... 244  
 Bestimmung von Bilirubin – gesamt, direkt und indirekt ..... 245  
 Neugeborenen-Bilirubin als besonderes Verfahren ..... 246  
 Bestimmung des Delta-Bilirubins – in der Praxis wenig verbreitet ..... 246  
 Bestimmung von Bilirubin im Urin ..... 247  
 Referenzintervalle und präanalytische Hinweise ..... 247

**Kapitel 21**

**Stickstoffhaltige Verbindungen – Aminosäure-, Protein- und Purinstoffwechselprodukte ..... 249**

Ammoniak – schlecht für das Zentralnervensystem ..... 250  
 Wichtige Ammoniak-Nachweisverfahren – enzymatisch oder ohne Enzym ..... 250  
 Referenzintervalle und präanalytische Hinweise ..... 251

|  |     |
|--|-----|
| Harnstoff – der Indikator der Azotämie .....                                       | 252 |
| Harnstoff-Bestimmungen – funktionieren mittels Urease-Reaktion .....               | 252 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....                               | 253 |
| Kreatinin – zu den Wurzeln der modernen Labordiagnostik .....                      | 253 |
| Kreatinin-Bestimmungen – altbewährt oder doch besser spezifisch.....               | 254 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....                               | 257 |
| Harnsäure – wenig beliebtes Endprodukt des Purinstoffwechsels .....                | 257 |
| Bestimmung von Harnsäure – typischerweise mit Uricase und<br>Trinder-Reaktion..... | 258 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....                               | 259 |

**Kapitel 22**

**Messgrößen des Fettstoffwechsels – die  
Risikoindikatoren .....**

**261**

|   |     |
|---|-----|
| Cholesterin – nicht beliebt und doch so wichtig.....  | 261 |
| Cholesterin-Bestimmung – wichtiger Basistest zur Beurteilung des<br>Fettstoffwechsels .....       | 262 |
| Interventionsgrenzen beim Cholesterin und präanalytische Hinweise ...                             | 263 |
| Bestimmung von LDL-Cholesterin – das schlechte Cholesterin .....                                  | 264 |
| Interventionsgrenzen beim LDL-Cholesterin und präanalytische<br>Hinweise .....                    | 265 |
| Bestimmung von HDL-Cholesterin – das gute Cholesterin .....                                       | 265 |
| Interventionsgrenzen beim HDL-Cholesterin und präanalytische<br>Hinweise .....                    | 266 |
| Non-HDL-Cholesterin – eine Rechengröße.....   | 267 |
| Interventionsgrenzen beim Non-HDL-Cholesterin .....   | 267 |
| Triglyceride – die trüben Fette.....  | 267 |
| Triglycerid-Bestimmung – die zweite wichtige Basis zur Beurteilung<br>des Fettstoffwechsels ..... | 268 |
| Interventionsgrenzen und präanalytische Hinweise .....  | 269 |

**Kapitel 23**

**Proteinnachweise – Von der Gesamtansicht auf die  
Einzelebene .....**

**271**

|  |     |
|--|-----|
| Das Gesamtprotein – Sammelsurium zirkulierender Plasma-Proteine.....                       | 271 |
| Gesamtprotein-Bestimmungen – wichtig zu erfassen in<br>Körperflüssigkeiten .....           | 273 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....                                       | 276 |
| Albumin – Nr. 1 unter den Plasma-Proteinen .....   | 276 |
| Albumin-Bestimmung – Farbstoff-basiert oder mit Antikörperreaktion ...                     | 277 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....                                       | 278 |
| Bestimmungen weiterer Plasma-Proteine – häufig<br>immunturbidimetrisch .....               | 278 |
| Serumproteinelektrophorese – reproduzierbare Trennung in eine<br>Handvoll Fraktionen ..... | 278 |
| Referenzintervalle und präanalytische Hinweise .....                                       | 280 |

**TEIL IV  
KLINISCH-CHEMISCHE LABORDIAGNOSTIK - VOM BEFUND  
ZUR DIAGNOSE 281**

**Kapitel 24  
Geschichte – back to the roots 283**

- Zu den frühen humoralpathologischen Wurzeln – die Säftelehre . . . . . 283
- Aufbruch in die Moderne . . . . . 285

**Kapitel 25  
Labordiagnostik bei Nierenerkrankungen – Aus dem Blut  
in den Harn 287**

- Kurzer Überblick zur Nierenfunktion – Wissenswertes zur Harnbildung . . . . . 288
- Urin-Status – das kleine Labor . . . . . 290
  - Makroskopische Beurteilung – So interpretiert der Harnschauer heute. . . 290
  - Teststreifen-Untersuchungen – die chemische Harnschau . . . . . 291
  - Das Urin-Sediment – die mikroskopische Harnschau . . . . . 293
- Proteinurie – wichtiges Leitsymptom einer Nierenerkrankung . . . . . 302
- Retentionsmarker zur Abschätzung der glomerulären Filtrationsrate (GFR) . . . 306
  - Kreatinin – Der Klassiker unter den renalen Markern . . . . . 306
  - Harnstoff – renale, prä- und postrenale Azotämie . . . . . 309
  - Cystatin C – meist besser zur direkten GFR-Abschätzung geeignet . . . . . 310
- Bestimmung der glomerulären Filtrationsrate (GFR) – Kreatinin-Clearance . . . 310
- Geschätzte (*estimated*) glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) – MDRD und  
CKD-EPI . . . . . 311
  - Beurteilung der chronischen Einschränkung der Nierenfunktion –  
anhand des GFR-Abfalls . . . . . 313
  - Altersabhängigkeit der glomerulären Filtrationsrate – Vorteil  
Cystatin C . . . . . 314
- Klinisch-chemische Leitsymptome bei Erkrankungen der Nieren und  
der ableitenden Harnwege . . . . . 314

**Kapitel 26  
Störungen im Elektrolyt- und Wasserhaushalt 317**

- Elektrolytverteilung im Organismus . . . . . 318
- Die hormonelle Regulation im Elektrolyt- und Wasserhaushalt . . . . . 318
- Natrium – wichtig zur Beurteilung des Wasser- und Elektrolythaushalts . . . . . 320
  - Tonizitätsstörungen versus Volumenstörungen . . . . . 321
  - Pseudohyponatriämie – wenn Fette die Elektrolyte verdrängen . . . . . 322
  - Hyponatriämie – durch Verlust oder Verdünnung . . . . . 323
  - Hypernatriämie – durch Wassermangel oder Salzüberschuss . . . . . 324
- Osmolalität – die osmotisch wirksamen Teilchen . . . . . 325
  - Osmotische Lücke – die Differenz zwischen Gemessen und Berechnet . . . 326
- Chlorid – meistens in der Diagnostik überflüssig . . . . . 327
  - Hyperchlorämie und Hypochlorämie . . . . . 327
  - Bedeutung im Säuren-Basen-Haushalt . . . . . 327

|   |     |
|---|-----|
| Kalium – der präanalytisch besonders schwierige Analyt .....                                  | 328 |
| Ursachen der Hyperkaliämie – in der Praxis leider nicht selten eine Pseudohyperkaliämie ..... | 329 |
| Ursachen der Hypokaliämie .....   | 330 |
| Dysbalancen des Wasser- und Elektrolythaushalts aufgrund endokriner Störungen .....           | 330 |

**Kapitel 27**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Störungen im Säure- und Basen-Haushalt .....</b>                                | <b>335</b> |
| Die pH-Homöostase – das wichtige Kohlensäure-Bicarbonat-Puffersystem .....         | 335        |
| Die Blutgasanalyse – Kern der Diagnostik von Säuren-Basen-Störungen .....          | 337        |
| Kompensation isolierter Störungen im Säuren-Basen-Haushalt .....                   | 338        |
| Kombinierte Störungen – die gutartigen und die gefährlichen Störungen .....        | 341        |
| Anionenlücke – die Differenz zwischen Natrium und seinen wichtigsten Anionen ..... | 344        |
| L-Lactat – die Milchsäure-Problematik .....  | 345        |

**Kapitel 28**

|   |            |
|---|------------|
| <b>Störungen im Calcium- und Phosphat-Haushalt .....</b>            | <b>347</b> |
| Hormonelle Regulation – Parathormon, Calcitrol und Calcitonin ..... | 347        |
| Calcium – das chemische Element des Knochens .....                  | 348        |
| Hypocalcämie – Wie verhält sich gleichzeitig das Phosphat? .....    | 349        |
| Hypercalcämie – häufig malignombedingt .....                        | 350        |
| Phosphat – nicht ohne Calcium betrachten .....                      | 351        |
| Magnesium – wichtig für den Calcium-Haushalt .....                  | 352        |

**Kapitel 29**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Hormone – Kurze endokrinologische Einführung .....</b>  | <b>355</b> |
| Einführung – Hormon ist nicht gleich Hormon .....  | 355        |
| Etwas zur Hormonregulation im Organismus – Wechselwirkung zwischen Zentrale und endokriner Drüse ..... | 356        |
| Endokrinologie am Beispiel der Schilddrüsendiagnostik – TSH und die freien Hormone .....               | 358        |
| Diagnostisches Vorgehen bei Hypothyreose .....   | 358        |
| Diagnostisches Vorgehen bei Hyperthyreose .....  | 360        |
| Ein paar abschließende Hinweise zur Nebennierenrinde .....   | 361        |

**Kapitel 30**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Kohlenhydratstoffwechselstörungen – Diagnostik bei Volkskrankheiten .....</b> | <b>363</b> |
| Glucose im Plasma – der Blutzuckerwert .....                                     | 363        |
| Glucose im Urin – der auffällige Screeningtest .....                             | 365        |
| Diabetes mellitus – ein Sammelsurium chronischer Hyperglykämien .....            | 365        |
| Hyperglykämien – wenn der Blutzucker zu hoch ist .....                           | 366        |
| Der Nüchtern-Blutzucker – Plasma-Glucose nach 12 Stunden Nahrungskarenz .....    | 367        |

|   |     |
|---|-----|
| Der Gelegenheits-Plasma-Glucosewert – notfalls auch mal nicht nüchtern .....            | 367 |
| Der orale Glucose-Toleranztest (OGTT) – stimuliert die Insulinausschüttung .....        | 368 |
| Blutzuckergedächtnis – der durchschnittliche Blutzuckerwert.....                        | 370 |
| HbA <sub>1c</sub> – der durchschnittlichen Blutzucker-Wert der vergangenen Wochen ..... | 371 |
| Weitere Labordiagnostik – das diabetische Koma .....                                    | 374 |
| Hypoglykämien – lebensgefährliche Stoffwechselstörungen .....                           | 376 |

**Kapitel 31**

**Lipidstoffwechsel – Die Guten und die Schlechten ..... 379**

|  |     |
|--|-----|
| Lipide, Lipoproteine und Apolipoproteine – bloß keine Verwirrung aufkommen lassen .....    | 380 |
| Grundlagen zum exogenen und endogenen Lipidstoffwechsel.....                               | 380 |
| Hypercholesterinämie und Atherosklerose.....   | 382 |
| Diagnostische Werkzeuge in der Routineanalytik der Fettstoffwechselstörungen.....          | 383 |
| Einteilung der Fettstoffwechselstörungen – Hypolipoproteinämien.....                       | 386 |
| Einteilung der Fettstoffwechselstörungen – Klassifizierung der Hyperlipoproteinämien ..... | 386 |
| Primäre Hyperlipoproteinämien .....  | 387 |
| Weitere unabhängige Risikofaktoren – Lp(a) und Homocystein.....                            | 387 |
| Hyperlipoproteinämie-Konstellationen – Jetzt wird es sehr speziell .....                   | 388 |

**Kapitel 32**

**Purinstoffwechsel – Das Problem mit den Harnsäurekristallen ..... 391**

|   |     |
|---|-----|
| Hyperurikämie – die verschiedenen Ursachen.....                   | 391 |
| Hyperurikämie versus Gicht – schmerzhafter Zusammenhang.....      | 392 |
| Auslösende Ereignisse – der überlaufende Harnsäurepool .....      | 392 |
| Weitere Komplikationen und Besonderheiten .....                   | 394 |
| Hypourikämie – nicht selten unter Therapie der Hyperurikämie..... | 395 |

**Kapitel 33**

**Klinisch-chemische Labordiagnostik bei Lebererkrankungen – Leberwerte und noch viel mehr ..... 397**

|  |     |
|--|-----|
| Akute und chronische Erkrankungen der Leber.....   | 398 |
| Enzymdiagnostik bei Lebererkrankungen – die zugrunde liegenden pathobiochemischen Teilreaktionen ..... | 399 |
| Einzelzellnekrose – ALT, AST und auch GLDH – Das Verhältnis macht's ...                                | 401 |
| Cholestase – $\gamma$ GT, AP und der gestörte Galleabfluss .....                                       | 404 |
| Die Abschätzung der Syntheseleistung der Leber – Sekretionsenzym CHE .....                             | 407 |
| Enzymdiagnostik – Wissenswertes zum Ausschluss-Screening .....   | 409 |

|   |     |
|---|-----|
| Fibrose – Kennzeichen fortschreitender chronischer Lebererkrankungen . . . . .      | 410 |
| Leberbiopsie – Hier ist der Pathologe gefragt . . . . .                             | 411 |
| Bildgebende Verfahren – soweit zur Verfügung stehend . . . . .                      | 411 |
| Fibrose-Diagnostik – Einsatz von klinisch-chemischen Fibrose-Scores . . . . .       | 411 |
| Leitlinien zur Fibrose-Diagnostik – die Wahl der passenden<br>Instrumente . . . . . | 413 |
| Bilirubin und der Häm-Metabolismus – rund um den Ikterus . . . . .                  | 414 |
| Bilirubin-Varianten – von Alpha bis Delta . . . . .                                 | 414 |
| Differentialdiagnostik des Ikterus – von prä- bis posthepatisch . . . . .           | 415 |
| Hereditäre Ursachen des Ikterus – wenn die Ursache in den<br>Genen liegt . . . . .  | 416 |
| Ammoniak – Risiko hepatisch bedingter Einschränkungen der Hirnfunktion . . .        | 417 |
| Gallensäuren – wenn's ziemlich juckt . . . . .                                      | 418 |
| Blutbild – die sensitiven Thrombozyten . . . . .                                    | 418 |
| Leberfunktionstests – sprachlich nicht eindeutig . . . . .                          | 418 |
| Immunologische Messgrößen – einige spezielle Antikörper . . . . .                   | 419 |
| Allokationsverfahren – die Vergabe von Spenderlebern . . . . .                      | 420 |

## Kapitel 34

### Erkrankungen des Pankreas – Enzyme sind nicht alles . . . . . 423

|  |     |
|--|-----|
| Akute Pankreatitis – Enzymdiagnostik bei akuter Pankreatitis . . . . .                             | 423 |
| Verwirrungen mit dem Auftreten von Makroenzymen . . . . .  | 424 |
| Weitere Gründe unklarer Enzymerhöhungen – und wieder<br>die Amylase . . . . .                      | 424 |
| Amylase und Lipase – Prioritäten setzen . . . . .  | 425 |
| Weitere klinisch-chemische Diagnostik bei akuter Pankreatitis . . . . .                            | 425 |
| Ursache der Pankreatitis abklären – meist biliär oder alkoholinduziert . . . . .                   | 426 |
| Verlaufsformen erkennen – ödematös und mild oder nekrotisierend<br>und schwer . . . . .            | 426 |
| Chronische Pankreatitis – der zunehmende Untergang aktiven Pankreas-<br>Gewebes . . . . .          | 428 |
| Indikationen für klinisch-chemische Diagnostik auf eine exokrine<br>Pankreasinsuffizienz . . . . . | 429 |
| Funktionstests auf exokrine Pankreasinsuffizienz – direkte oder<br>indirekte Tests . . . . .       | 429 |
| Sekretin-Cholezystokinin-Test – der invasive Goldstandard . . . . .                                | 429 |
| Pankreolauryltest – indirekt und auch kaum noch zeitgemäß . . . . .                                | 430 |
| Elastase im Stuhl – leicht durchzuführende Alternative . . . . .                                   | 430 |

## Kapitel 35

### Funktionsdiagnostik bei Verdauungsstörungen – Von Magen bis Darm . . . . . 431

|   |     |
|---|-----|
| Magen – Zu sauer ist nicht mehr lustig . . . . .                          | 431 |
| Darm – Digestion plus Absorption gleich Assimilation . . . . .            | 432 |
| Lactoseintoleranz – unverträgliche Milchprodukte . . . . .                | 433 |
| Xylose-Test – Absorption von Einfachzuckern . . . . .                     | 434 |
| Schilling-Test – die Vitamin-B <sub>12</sub> -Aufnahmefähigkeit . . . . . | 436 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Kapitel 36</b>  |            |
| <b>Labordiagnostik bei kardialen Erkrankungen –<br/>Myokardiale Schädigung und Insuffizienz.....</b> | <b>439</b> |
| Herz-Kreislauf-System – Einleitung.....  | 440        |
| Marker der myokardialen Schädigung.....  | 440        |
| Kardiale Marker im Vergleich.....  | 441        |
| Marker der myokardialen Insuffizienz – NT-proBNP und Co.....   | 448        |
| <b>Kapitel 37</b>  |            |
| <b>Proteinstoffwechsel – Dysproteinämien.....</b>  | <b>451</b> |
| Dysproteinämie – krankhaft veränderte Plasma-Protein-Konzentrationen.....                            | 451        |
| Diagnostische Aussagekraft des Gesamtproteins – die Summe der<br>Plasma-Proteine.....                | 452        |
| Einzelproteine und Proteinfractionen – Abklärung der Dysproteinämie.....                             | 453        |
| Plasma-Proteine – die mengenmäßig wichtigsten zirkulierenden Proteine.....                           | 454        |
| Serumeiweiß-Elektrophorese – die Aussagekraft der<br>Proteinfractionen.....                          | 454        |
| Albumin – viel und vielseitig im Blut.....   | 454        |
| Immunglobuline – Speerspitzen des erworbenen Immunsystems.....                                       | 455        |
| Caeruloplasmin – der Kupferträger.....   | 457        |
| Haptoglobin – bei intravasaler Hämolyse.....   | 458        |
| $\alpha_1$ -Antitrypsin – klinisch bedeutender Anti-Enzymmangel.....                                 | 459        |
| Weitere Plasma-Proteine.....   | 460        |
| <b>Kapitel 38</b>  |            |
| <b>Entzündung – Gratwanderung zwischen Nutzen und<br/>Schaden für den Organismus.....</b>            | <b>461</b> |
| Auslöser der Akute-Phase-Reaktion – der Marsch der Botenstoffe.....                                  | 462        |
| Die ersten Stufen der Entzündungsreaktion.....   | 462        |
| Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG) – Oh, wie schnell sinken die Zellen.....                           | 463        |
| Serumproteinelektrophorese – Erkenne das Muster.....   | 464        |
| Akute-Phase-Reaktion – circa 30 betroffene Proteine.....   | 465        |
| C-reaktives Protein (CRP) – wichtiger Hinweis auf eine Akute-<br>Phase-Reaktion.....                 | 467        |
| Sepsis beziehungsweise SIRS – das Problem mit den Kriterien.....                                     | 468        |
| Entzündungsmarker im Vergleich – CRP, PCT und IL-6.....  | 470        |
| <b>Kapitel 39</b>  |            |
| <b>Hämolytische Anämien – Wenn auch das Plasma rot ist.....</b>                                      | <b>473</b> |
| Klinisch-chemische Marker der hämolytischen Anämie.....  | 473        |
| Erworbene hämolytische Anämien.....  | 475        |
| Angeborene hämolytische Anämien.....   | 476        |
| <b>Kapitel 40</b>  |            |
| <b>Störungen im Eisenhaushalt – Über den Mangel und<br/>die Überladung.....</b>                      | <b>477</b> |
| Diagnostik des Eisenmangels – über Transport- und Speichereisen.....                                 | 478        |
| Eisenmetabolismus – die zentrale Rolle des Peptids Hepsidin.....                                     | 479        |

|  |            |
|--|------------|
| Die Eisenüberladung – leberschädigende Hämochromatose.....                                       | 481        |
| Die Eisenüberladung – weitere Ursachen.....  | 482        |
| Eisenverteilungsstörungen – der Hepcidin-Effekt.....   | 483        |
| <b>Kapitel 41</b>  |            |
| <b>Porphyrien – Störungen der Häm synthese.....</b>  | <b>485</b> |
| Porphyrien – Nicht nur das Hämoglobin ist betroffen.....   | 485        |
| Akute hepatische Porphyrie – Differenzialdiagnose bei einem akuten<br>Schmerzereignis.....       | 486        |
| Chronische hepatische Porphyrien – bei Symptomatik im Bereich der Haut....                       | 487        |
| Erythropoetische Porphyrien – Obacht bei Kindern.....  | 487        |
| Labordiagnostik bei Porphyrien – vom Notfall- bis zum Speziallaboratorium....                    | 488        |
| <b>Kapitel 42</b>  |            |
| <b>Tumormarker – Das diagnostische Dilemma .....</b>   | <b>491</b> |
| Der Begriff Tumormarker – prinzipiell nicht zu wörtlich nehmen .....                             | 491        |
| Übersicht zur Auswahl der Tumormarker .....  | 492        |
| Sinnvoller Einsatz der Tumormarker – Es kommt auf die<br>Vortestwahrscheinlichkeit an.....       | 495        |
| Risikogruppen als Ausnahmen vom Screening-Verbot .....   | 496        |
| Beurteilung von Tumormarker-Messwerten – Referenzintervalle auch<br>mal außen vor lassen .....   | 496        |
| Beispiele ausgewählter Tumormarker – Wie setzt man solche<br>Marker nun ein?.....                | 498        |
| Prostata-spezifisches Antigen (PSA) .....  | 498        |
| Beispiele ausgewählter Tumormarker – Thyreoglobulin und<br>Calcitonin.....                       | 499        |
| Multiples Myelom (Plasmozytom) – Myelomprotein und<br>$\beta_2$ -Mikroglobulin.....              | 500        |
| <b>Kapitel 43</b>  |            |
| <b>Extravasale Flüssigkeiten – Von Transsudat/Exsudat<br/>bis zum Liquor .....</b>               | <b>503</b> |
| Grundlegende Fragestellungen.....  | 504        |
| Identifikation von extravasalen Flüssigkeiten – Was ist die Quelle? .....                        | 504        |
| Extravasale Flüssigkeiten in Körperhöhlen – Ursachenforschung:<br>Transsudat oder Exsudat? ..... | 505        |
| Liquordiagnostik – wichtige Grundlagen .....   | 506        |
| Eilanalytik im Liquor – auf die Schnelle zur Diagnose.....                                       | 506        |
| Basisanalytik – Bestimmung von Albumin und Immunglobulinen.....                                  | 506        |
| <b>Kapitel 44</b>  |            |
| <b>Harnkonkremente – Entstehung und Identifizierung<br/>von Nierensteinen .....</b>              | <b>511</b> |
| Harnkonkremente – Typische Formen und deren Entstehung .....                                     | 511        |
| Klinisch-chemische Diagnostik bei Harnkonkrementen – molekularer<br>Fingerabdruck .....          | 512        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>TEIL V</b>   |            |
| <b>HÄMATOLOGIE</b>  | <b>515</b> |
| <b>Kapitel 45</b>   |            |
| <b>Grundlagen der Hämatologie – Was man über Blut wissen sollte</b>                       | <b>517</b> |
| Was ist eigentlich »Blut«?  | 517        |
| Blutbildung (Hämatopoese): Wie entstehen die verschiedenen Blutzellen?                    | 518        |
| Die Bildung »roter Blutzellen« (Erythropoese).  | 519        |
| Bedarfsgerechte Bildung des »Erythrozytenwachstums« (Retikulozyten)                       | 521        |
| Bildung des Sauerstoff bindenden Globulins (Hämoglobinsynthese)                           | 521        |
| Die Entwicklung granulierter Leukozyten (Myelo- und Granulozytopoese).                    | 522        |
| Monozytopoese   | 525        |
| Lymphozytopoese   | 525        |
| <b>Kapitel 46</b>   |            |
| <b>Hämatologische Basisdiagnostik, Zellzählung und Mikroskopie</b>                        | <b>529</b> |
| Prä-Analytik – auch im hämatologischen Labor unverzichtbar!                               | 530        |
| Patientenvorbereitung und Probennahme   | 530        |
| Gewinnung von Untersuchungsmaterial   | 531        |
| EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) – K <sub>2</sub> oder K <sub>3</sub> ?                  | 533        |
| Probentransport und Probenlagerung  | 535        |
| Analytische Interferenzen.  | 536        |
| Zellzahlbestimmung im Vollblut  | 539        |
| Schätzverfahren   | 539        |
| Zellzählung mithilfe von Zählkammerverfahren  | 539        |
| Apparative durchflusszytometrische Zellzählung  | 542        |
| Hämatokrit-Bestimmung   | 545        |
| Ermittlung der Hämoglobinkonzentration (Hb).  | 546        |
| Erythrozytäre Rechengrößen (Winthrope-Indizes)  | 547        |
| Das Blutbild als »Analyt«.  | 548        |
| »Kleines Blutbild«.   | 548        |
| Das »Große Blutbild«.   | 551        |
| Die Anfertigung von Blutaussstrichen ist nichts für Anfänger!                             | 553        |
| Mikroskopische Zelldifferenzierung  | 557        |
| Vorgehensweise beim Mikroskopieren.   | 557        |
| Was ist bei der morphologischen Differenzierung von Leukozyten zu beachten?               | 559        |
| Leukozytendifferenzierung mithilfe von Blutbildautomaten – besser als ihr Ruf             | 564        |
| Interpretation eines apparativ erstellten Differenzialblutbildes.                         | 571        |
| Absolut- oder Relativwerte?   | 575        |
| Archivierung pathologischer Ausstrichpräparate  | 576        |
| Digitalmikroskopie und Analyse der Zellmorphologie mithilfe künstlicher neuronaler Netze. | 577        |

**Kapitel 47**

**Erweiterte hämatologische Diagnostik** ..... **581**

- Untersuchung von Knochenmark und Knochenmarksblut..... 581
  - Gewinnung von Knochenmarksblut und Knochenmarksbröckeln..... 582
  - Allgemeine Beurteilung der Knochenmarksausstriche ..... 583
- Immunologische Zellerkennung durch fluoreszierende Antikörper (Immunphänotypisierung) ..... 587
  - Fluoreszenz-basierte Durchflusszytometrie..... 589
- Zyto- und Molekulargenetik in der hämatologischen Diagnostik..... 598
  - Karyotypisierung / Chromosomenanalyse..... 599
  - Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH)..... 601
  - Molekulargenetik ..... 602
  - DNA-Sequenzierung ..... 604

**Kapitel 48**

**Das pathologische rote Blutbild** ..... **607**

- Erworben oder ererbt? – Die Blutarmut (Anämie) ..... 607
  - Wann liegt eine Anämie vor? ..... 608
  - »Grobeinteilung« der Anämien durch Messwerte des kleinen Blutbilds... 608
  - Erythrozytenneubildung als Einteilungskriterium der Anämien..... 609
  - Mikrozytäre (hypochrome) Anämien..... 609
  - Makrozytäre (hyperchrome) Anämien ..... 614
  - Normozytäre (normochrome) Anämie ..... 615
  - Hämoglobinopathien..... 616
  - Membrandefekte (Membranopathien)..... 620
  - Anämien infolge angeborener Defekte von Erythrozytenenzymen ..... 623
  - Erworbene hämolytische Anämien ..... 625
  - Immunhämolytische Anämien..... 627
  - Mechanisch bedingte hämolytische Anämien..... 628
  - Chemische und physikalische Ursachen einer hämolytischen Anämie... 630
  - Paroxysmale nächtliche Hämoglobinurie (PNH) ..... 631
  - Aplastische Anämie (AA) ..... 631
  - Renale Anämien ..... 632

**Kapitel 49**

**Pathologie des »weißen Blutbildes«** ..... **635**

- Reaktive Veränderungen der Leukozyten ..... 635
  - Leukämoide Reaktion ..... 638
- Neoplastische Veränderungen der Leukozyten (»Blutkrebs«) ..... 644
  - Akute Leukämien ..... 644
  - Myeloproliferative Neoplasien (MPN)..... 651
  - Myelodysplastische Syndrome (MDS)..... 656
  - Lymphatische Neoplasien..... 661
  - Reife B-Zell-Neoplasien ..... 664
  - T-Zell-Lymphome ..... 672

|  |            |
|--|------------|
| <b>Kapitel 50</b>  |            |
| <b>Gerinnung – Diagnostik und Therapiemonitoring</b> .....                                     | <b>675</b> |
| Blutung und Blutstillung – plasmatisch und zellvermittelt .....                                | 675        |
| Aktivierung und Ablauf der Blutstillung (Plasmatische und zellvermittelte Gerinnung) .....     | 676        |
| »Globale« Gerinnungstests .....  | 679        |
| Zellvermittelte Gerinnung .....  | 688        |
| Thrombozytenfunktionstests .....   | 688        |
| Thrombozytenfunktion <i>in vitro</i> .....   | 689        |
| Inhibitoren der plasmatischen Gerinnung .....  | 691        |
| Labordiagnostik bei Thrombophilie .....  | 692        |
| <b>TEIL VI</b>   |            |
| <b>TOP-10-TEIL</b> .....   | <b>699</b> |
| <b>Kapitel 51</b>  |            |
| <b>(Fast) zehn Punkte zu Beruflichem, Gesetzlichem, Wissenschaftlichem und mehr</b> .....      | <b>701</b> |
| Klinische Chemie versus Laboratoriumsmedizin .....   | 701        |
| Die Personengruppen hinter der Erbringung klinisch-chemischer Laborbefunde .....               | 702        |
| Der Weg der Probe von den Patientinnen ins Labor .....   | 702        |
| Akademisch ausgebildete Laborspezialisten .....  | 703        |
| Anerkennungen für akademische Laborspezialisten auf europäischer Ebene .....                   | 704        |
| Medizinische Technologen für Laboratoriumsanalytik (MTL) .....                                 | 704        |
| Die vielen Spezialisten im Hintergrund .....   | 705        |
| Informationen zu wissenschaftlichen Fachgesellschaften .....                                   | 705        |
| Klinische Chemie (national) .....  | 705        |
| Klinische Chemie (international) .....   | 706        |
| Weitere wissenschaftliche Fachgesellschaften/Vereinigungen mit labordiagnostischem Bezug ..... | 707        |
| Qualitätssicherung im Medizinischen Labor .....  | 708        |
| Berufsvereinigungen/Interessenverbände im Bereich der medizinischen Labordiagnostik .....      | 710        |
| Wichtige Gesetze/Normen/Richtlinien .....  | 712        |
| Einige wichtige klinisch-chemische Publikationsorgane .....                                    | 713        |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....   | <b>715</b> |
| <b>Stichwortverzeichnis</b> .....  | <b>725</b> |